

ANALISIS TEKSTUR UNTUK IDENTIFIKASI TUMBUHAN OBAT MENGGUNAKAN KLASIFIKASI SUPPORT VECTOR MACHINE

Hani Zulfia Zahro

Prodi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

ABSTRAK

Proses identifikasi tanaman merupakan sebuah proses mencocokkan sebuah tanaman sesuai dengan taksonomi tertentu. Identifikasi dapat dilakukan dengan bantuan herbarium/ahli botani atau *text book* mengenai taksonomi/dendrologi, namun cara tersebut tidak efisien. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode dengan otomatis dapat mengidentifikasi daun tumbuhan obat. Teknologi *computer vision* dapat digunakan untuk mengenali spesies daun tumbuhan obat menggunakan citra digital. Teknik yang digunakan yaitu GLCM, LBPV dan entropi. Objek yang digunakan adalah citra digital yang telah difokuskan pada daun tumbuhan obat. Hasil akurasi yang dicapai pada fitur GLCM dan LBPV, memiliki empat kelas yang akurasi mencapai 100% yaitu kelas 1, 2, 6, dan 18 dan ada satu kelas yang akurasi 35,7% yaitu kelas 14. Hasil penggabungan ini terbukti lebih baik dari hasil klasifikasi fitur GLCM dan LBPV secara terpisah. penggabungan fitur ekstraksi ciri ini dapat membantu meningkatkan akurasi secara keseluruhan. Akurasi rata-rata semula untuk Entropi (7,14%), GLCM (41,27%), dan LBPV (68,65 %), mengalami peningkatan menjadi GLCM+LBPV (80,56%) dan GLCM+LBPV+Entropi (82,41 %).

Kata kunci : Identifikasi, Tumbuhan Obat, *Support Vector Machine* (SVM)

Keanekaragaman hayati di Indonesia memiliki tidak kurang dari 38.000 spesies tumbuhan (Bappenas 2003). Laboratorium Konservasi Tumbuhan, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor menginformasikan pada tahun 2001 dari berbagai penelitian dan literatur lebih dari 2039 spesies tumbuhan obat berasal dari hutan di Indonesia (Zuhud 2009). Dari berbagai jenis tumbuhan obat yang ada, baru sekitar 20-22% yang telah dibudidayakan, sedangkan sekitar 78% diperoleh melalui pengambilan langsung di hutan (Masyud 2010). Tumbuhan dapat dikenali melalui ciri-ciri morfologinya, salah satunya adalah ciri-ciri daun. Ciri dasar yang digunakan adalah diameter, luas, dan keliling daun (Herdiyeni dan Adisantoso 2011). Pengamatan ciri-ciri daun secara langsung membutuhkan waktu yang relatif lama. Oleh karena itu salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut dapat dilakukan dengan cara mengembangkan sistem identifikasi tanaman obat secara otomatis.

Proses identifikasi tanaman merupakan sebuah proses mencocokkan sebuah tanaman sesuai dengan taksonomi tertentu. Identifikasi dapat dilakukan dengan bantuan herbarium/ahli botani atau *text book* mengenai taksonomi/dendrologi, namun cara tersebut tidak efisien. Oleh karena itu dibutuhkan suatu metode dengan otomatis dapat mengidentifikasi daun tumbuhan obat. Teknologi *computer*

vision dapat digunakan untuk mengenali spesies daun tumbuhan obat menggunakan citra digital. Metode yang digunakan ini diharapkan mampu mengidentifikasi daun tanaman obat sehingga dapat membantu masyarakat yang belum dapat mengenali daun tumbuhan obat.

Computer vision telah banyak diterapkan untuk membangun sistem identifikasi spesies. Kumar *et al* (2012) berhasil membangun *Leafsnap* yang dapat mengidentifikasi daun di bagian timur laut Amerika. Prasvita dan Herdiyeni (2013) membangun aplikasi *Medleaf (Mobile application for medicinal plant identification based on image and text)* untuk mengidentifikasi citra tumbuhan obat secara lebih cepat dan akurat. Salah satu ciri yang dapat diperoleh dari citra daun adalah teksturnya. Ojala *et al.* (2002) pertama kali mengusulkan metode *Local Binary Patterns* (LBP) sebagai deskriptor tekstur yang bersifat *grayscale invariant*. Kulsum (2010) telah menggunakan LBP untuk identifikasi citra tanaman hias dengan menggunakan ciri tekstur.

LBP mengalami perkembangan dengan ditemukannya *Rotation Invariant Uniform Patterns*, *Rotation Invariant Variance Measure* dan *LBP Variance*. Herdiyeni *et al* (2013) telah berhasil melakukan identifikasi tumbuhan obat menggunakan tiga fitur ekstraksi citra (morfologi, tekstur dan bentuk) serta menggunakan PNN sebagai metode klasifikasinya. Dalam penelitian tersebut

diperoleh akurasi sebesar 74.67%. Kusmana (2011) berhasil meningkatkan akurasi identifikasi tumbuhan obat sebesar 77% dengan melakukan penggabungan fitur LBP.

Teknik analisis tekstur lainnya telah dilakukan oleh Eleyan dan Hasan (2011) menggunakan teknik *Gray-Level Co-occurrence Matrix* (GLCM) untuk mengekstraksi tekstur yang terdapat pada Penelitian ini mengusulkan penggabungan berbagai teknik analisis tekstur untuk mengidentifikasi tumbuhan obat. Teknik yang digunakan yaitu GLCM, LBPV dan entropi. Objek yang digunakan adalah citra digital yang telah difokuskan pada daun tumbuhan obat. Sistem ini diharapkan dapat membantu masyarakat dalam identifikasi tumbuhan obat agar dapat digunakan secara efektif.

Berdasarkan latar belakang dan kerangka pikir yang telah dipaparkan, maka masalah yang diteliti dapat dirumuskan yaitu apakah penggabungan beberapa analisis tekstur seperti LBPV, GLCM dan entropi dapat meningkatkan akurasi dalam identifikasi tanaman obat berdasarkan citra daun.

Tujuan penelitian ini adalah menghitung akurasi klasifikasi tanaman dengan analisis tekstur LBPV, GLCM dan entropi sebagai cirinya.

Penelitian ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam mengidentifikasi tumbuhan obat menggunakan tekstur daun.

Ruang lingkup penelitian ini adalah identifikasi citra daun tumbuhan obat di kebun Biofarmaka, Cikabayan dan di rumah kaca Pusat Konservasi Ex-situ Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia, Fakultas Kehutanan, IPB.

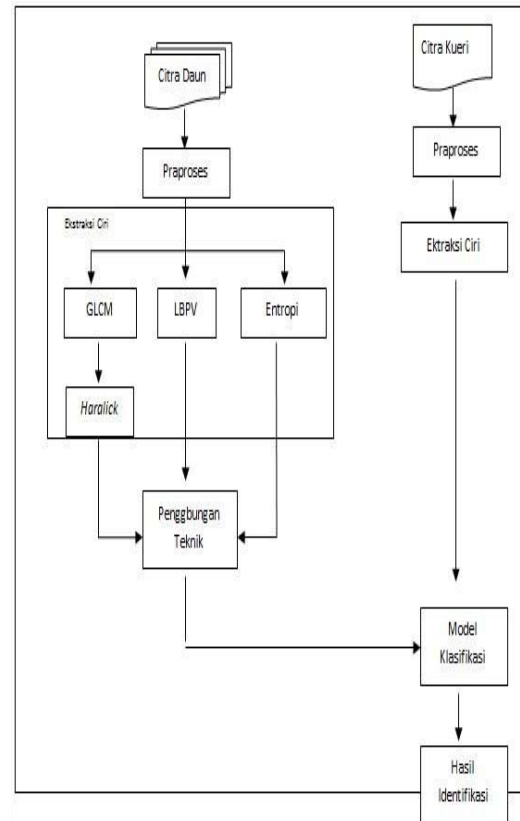
METODE

Metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Secara garis besar metode penelitian terdiri atas pengumpulan data penelitian, praproses, ekstraksi ciri, pembagian data latih dan data uji, pelatihan dengan SVM, pengujian dan evaluasi hasil temu kembali.

Data Citra Daun

Citra yang digunakan diperoleh dari pemotretan tiga puluh jenis citra pohon yang terdapat di Kebun Raya Bogor serta tiga puluh jenis citra daun, depan dan belakang (masing-masing kelas 48 citra) yang terdapat di kebun Biofarmaka IPB Cikabayan dan rumah kaca Pusat Konservasi Ex-situ Tumbuhan Obat

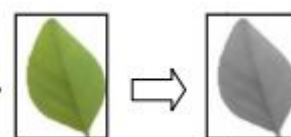
Hutan Tropika Indonesia, Fakultas Kehutanan IPB. Citra yang digunakan berformat JPG. Total citra daun yang digunakan sebanyak 864 citra yang terdiri atas 18 kelas, depan dan belakang (masing-masing kelas 48 citra).



Gambar 1. Metode Penelitian

Praproses

Pada tahap awal praproses, dilakukan perbaikan data pohon dengan memotong citra untuk mendapatkan objek tanaman dan memperkecil ukuran citra menjadi 270x210 piksel. Citra tersebut diperoleh dari hasil *cropping* untuk memfokuskan proses kepada objek citra itu sendiri. Pada data daun dilakukan praproses data dengan mengambil objek setiap satu daun dan memperkecil ukuran citra menjadi 270x240 piksel. Kemudian mode warna citra diubah menjadi *grayscale* untuk proses ekstraksi selanjutnya yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Citra daun RGB dirubah menjadi *Grayscale*.

Ekstraksi Tekstur

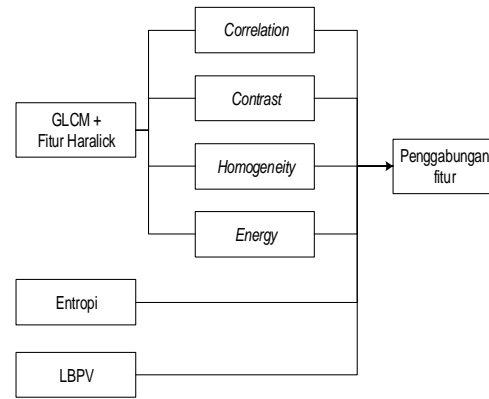
Fitur yang akan diekstraksi adalah tekstur dari daun. Teknik analisis tekstur yang digunakan adalah fitur Haralick yang didapat dari GLCM, LBPV dan entropi. Metode GLCM termasuk dalam metode statistik yang menggunakan distribusi derajat keabuan (histogram) dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetanggaan antar piksel di dalam citra. GLCM terbagi dalam tiga tahapan, yaitu:

1. Citra *grayscale* dipindai untuk mendapatkan derajat keabuannya.
2. Bentuk matriks *co-occurrence*.
3. Setiap matriks *co-occurrence* dinormalisasi untuk mendapatkan nilai probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel.

Matriks hasil GLCM yaitu matriks *co-occurrence* tidak dapat digunakan secara langsung untuk menganalisis tekstur citra. Matriks ini akan diproses menggunakan fitur Haralick untuk mendapatkan nilai teksturnya. Fitur Haralick yang digunakan yaitu *Correlation*, *Contrast*, *Energy* dan *Homogeneity*. Fitur selanjutnya yang digunakan yaitu fitur LBPV dengan menghitung nilai kontras antara fitur tengah dengan delapan ketetanggaan yang tersebar secara melingkar (*circular neighborhoods*). Input dari LBPV yaitu citra *grayscale*. Nilai entropi diproses pada citra *grayscale* hasil praproses. Distribusi nilai piksel dihitung menggunakan histogram. Histogram *grayscale* dinormalisasi dan dihitung nilai entropinya menggunakan Persamaan (2). Nilai entropi yang diperoleh akan menjadi fitur dalam proses klasifikasi.

Penggabungan Teknik

Teknik ekstraksi fitur Haralick, LBPV dan entropi diuji cobakan pada data citra daun 864 citra dari 18 kelas spesies. Hasil yang didapatkan dari masing-masing fitur memiliki akurasi yang kecil sehingga akan dilakukan penggabungan fitur tersebut. Nilai hasil ekstraksi fitur Haralick digabungkan dengan hasil ekstraksi fitur LBPV dan hasil ekstraksi fitur entropi (Gambar 3).



Gambar 3. Penggabungan teknik analisis fitur

Pembagian Data Latih dan Data Uji

Seluruh data hasil ekstraksi masing-masing ciri dibagi menjadi data latih dan data uji. Data latih digunakan sebagai masukan pelatihan menggunakan SVM sedangkan data uji digunakan untuk menguji model hasil pelatihan menggunakan SVM. Presentase data latih dan data uji yang dicobakan pada penelitian ini adalah 70-30%.

Klasifikasi dengan SVM

Setelah proses ekstraksi citra dilakukan, diperoleh hasil penggabungan fitur. Tahap selanjutnya adalah mengklasifikasi fitur tersebut dengan SVM. Dari tahap klasifikasi ini akan diperoleh model klasifikasi dari hasil pelatihan data. Model klasifikasi digunakan untuk proses pengujian. Hasil identifikasi citra daun menggunakan penggabungan LBPV, fitur Haralick dan entropi akan dibandingkan dengan hasil identifikasi citra daun yang hanya menggunakan LBPV, fitur Haralick dan entropi saja. Klasifikasi dilakukan dengan menggunakan SVM.

Evaluasi

Kinerja model SVM akan ditentukan dan dibandingkan melalui besaran akurasi yang berhasil dicapai. Perhitungan hasil klasifikasi data menggunakan tabel *confusion matrix* (Tabel 1). Akurasi terbaik dari pelatihan data untuk ketiga tersebut merupakan model yang akan dipakai untuk identifikasi daun pada citra kueri baru.

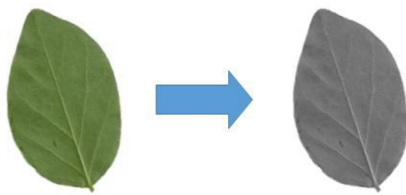
Tabel 1 Confusion matrix.

		Hasil perkiraan		
		Benar	Salah	Total
Kelas sebenarnya	Benar	TP	FN	P
	Salah	FP	TN	N
	Total	P'	N'	P+N

HASIL DAN PEMBAHASAN

Praproses



Sebelum ciri tekstur yang diinginkan diekstraksi dari citra, citra akan melalui praproses terlebih dahulu. Citra daun yang diperoleh dari proses akuisisi adalah citra berwarna dengan format RGB. Untuk mempermudah proses ekstraksi ciri, maka citra akan dikonversi ke dalam warna abu. Citra abu memiliki ukuran yang lebih kecil dari citra warna namun tetap mempertahankan tekstur dari citra tersebut. Ilustrasi dari konversi warna ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Ilustrasi Praproses

Ekstraksi Tesktur dengan Entropi

Fitur entropi digunakan untuk mengukur informasi ketidakpastian tekstur dalam citra abu (Duda et al. 2000). Pengukuran informasi dilakukan berdasarkan nilai histogram yang telah dinormalisasi. Fitur ini menghasilkan satu nilai untuk satu citra. Ilustrasi perbandingan dua citra daun berbeda dan nilai entropi masing-masing citra ditampilkan pada Gambar 5. Daun yang digunakan adalah daun daruju (*Acanthus ilicifolius* L.) dan daun iler (*Coleus scutellarioides*, Linn, Benth).

		
entropi	3,319378627132920	4,594118230699742
contrast	0,107682775712516	0,0397459727385378
correlation	0,984811136717015	0,991077403748374
energy	0,572104644306556	0,417830122867751
homogeneity	0,967307930607187	0,980725939694341

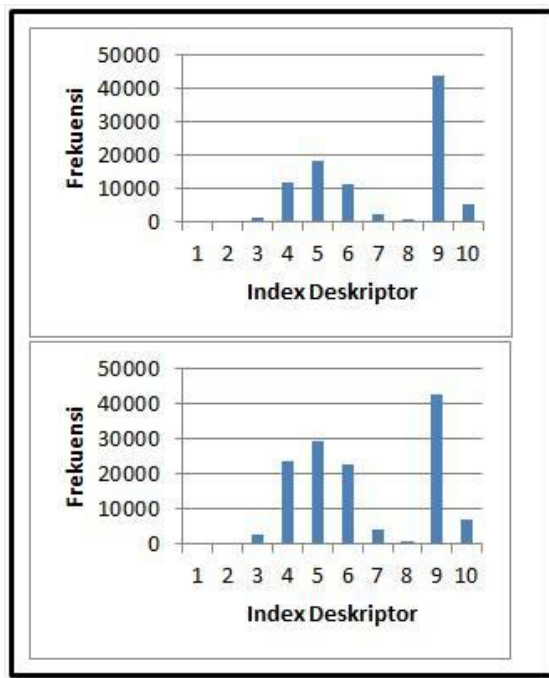
Gambar 5. Perbandingan nilai entropi

Ekstraksi Tekstur dengan GLCM

Teknik penghitungan GLCM menghitung probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel pada jarak dan arah tertentu. Citra masukan dikuantisasi derajat keabuannya sehingga terbentuk sebuah matriks dengan ukuran 256x256. Matriks kuantisasi dihitung pada arah horizontal, diagonal kanan, vertikal dan diagonal kiri sehingga terbentuk 4 matriks *co-occurrence* untuk satu citra. Setiap matriks *co-occurrence* dinormalisasi untuk mendapatkan nilai probabilitas hubungan ketetanggaan antara dua piksel. Penghitungan fitur Haralick kemudian dilakukan pada matriks *co-occurrence* yang dihasilkan. Teknik ini melakukan proses perhitungan tekstur untuk mendapatkan ciri tekstur dari setiap citra. Fitur yang digunakan adalah *contrast*, *correlation*, *energy*, dan *homogeneity*. Ilustrasi perbandingan nilai fitur yang dihasilkan dari citra daunnya dapat dilihat pada Gambar 5.

Ekstraksi Tesktur dengan LBPV

Pada penelitian ini digunakan ekstraksi LBPV (1,8), yang berarti LBPV digunakan dengan radius 1 dan jumlah tetangga sebanyak 8. Ekstraksi ini akan menghasilkan 10 ciri pada tiap citranya. Ilustrasi perbandingan nilai fitur yang dihasilkan dari citra daunnya dapat dilihat pada Gambar 6.



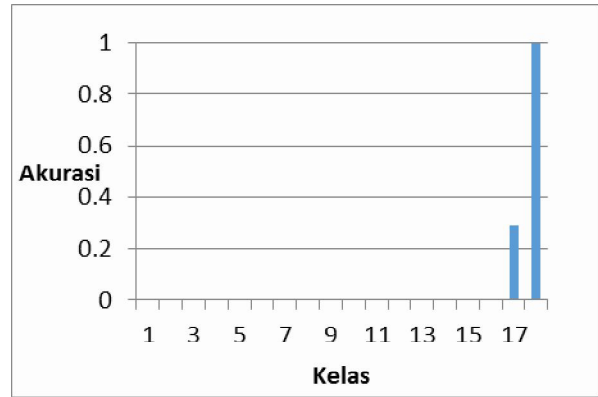
Gambar 6. Perbandingan rasio fitur LBPV pada daun daruju dan iler

Klasifikasi

Ciri yang telah didapat akan diuji efektivitasnya menggunakan klasifikasi SVM. SVM dipilih karena bisa meningkatkan akurasi dengan penggabungan beberapa fitur. SVM akan mengklasifikasikan setiap citra sesuai spesies masing-masing berdasarkan ciri yang telah diperoleh dari proses ekstraksi sebelumnya. Klasifikasi dilakukan sebanyak lima kali. Tiga klasifikasi dilakukan menggunakan setiap ciri berbeda pada tiap klasifikasinya. Dua klasifikasi lainnya menggunakan penggabungan ciri, klasifikasi keempat menggunakan gabungan antara GLCM dan LBPV, dan klasifikasi kelima menggunakan gabungan ketiga ciri (GLCM, LBPV, dan entropi). Hasil klasifikasi adalah sebagai berikut.

Entropi

Perbandingan akurasi klasifikasi untuk fitur entropi perkelas dapat dilihat pada grafik Gambar 7.

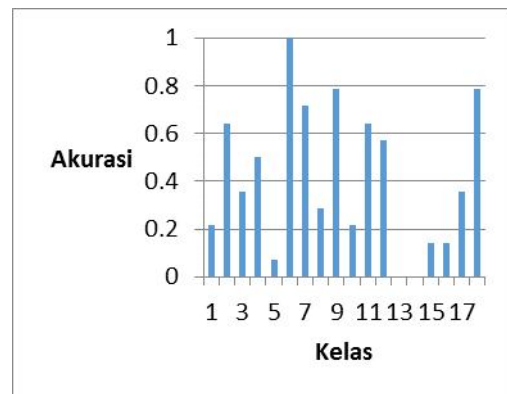


Gambar 7. Grafik perbandingan akurasi per kelas untuk fitur entropi

Gambar 7 menunjukkan akurasi yang dicapai dari pengklasifikasian fitur entropi, memiliki satu kelas yang akurasinya mencapai 100% yaitu kelas 18 dan ada 16 kelas yang akurasinya 0% yaitu selain kelas 17 dan 18.

GLCM

Perbandingan akurasi klasifikasi untuk fitur GLCM perkelas dapat dilihat pada grafik Gambar 8.

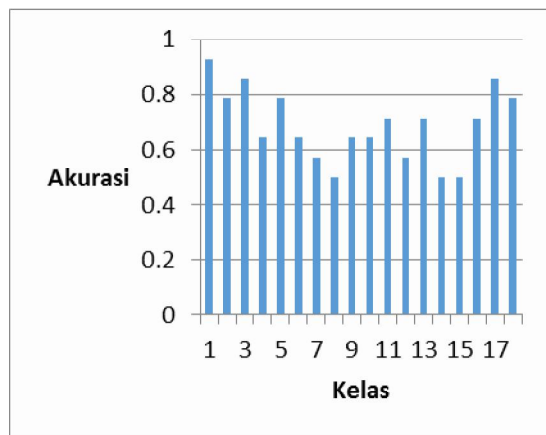


Gambar 8. Grafik perbandingan akurasi per kelas untuk fitur GLCM

Gambar 8 menunjukkan akurasi yang dicapai hasil pengklasifikasian fitur GLCM, memiliki 1 kelas yang akurasinya mencapai 100% yaitu kelas 7 dan ada dua kelas yang akurasinya 0% yaitu selain kelas 13 dan 14.

LBPV

Perbandingan akurasi klasifikasi untuk fitur LBPV perkelas dapat dilihat pada grafik Gambar 9.

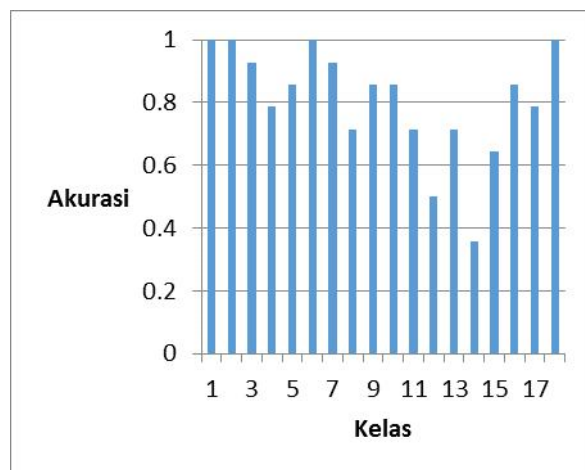


Gambar 9. Grafik perbandingan akurasi perkelas untuk fitur LBPV

Gambar 9 menunjukkan akurasi yang dicapai hasil pengklasifikasian fitur morfologi, memiliki satu kelas yang akurasinya mencapai 92,9% yaitu kelas 1 dan ada tiga kelas yang akurasinya 50% yaitu selain kelas 8, 14, dan 15.

GLCM dan LBPV

Perbandingan akurasi klasifikasi untuk fitur gabungan GLCM dan LBPV dapat dilihat pada Gambar 10.



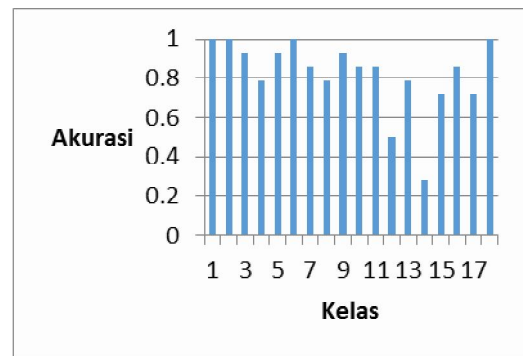
Gambar 10. Grafik perbandingan akurasi perkelas untuk fitur GLCM dan LBPV

Gambar 10 menunjukkan akurasi yang dicapai hasil pengklasifikasian fitur GLCM dan LBPV, memiliki empat kelas yang akurasinya mencapai 100% yaitu kelas 1, 2, 6, dan 18 dan

ada satu kelas yang akurasinya 35,7% yaitu kelas 14. Hasil penggabungan ini terbukti lebih baik dari hasil klasifikasi fitur GLCM dan LBPV secara terpisah.

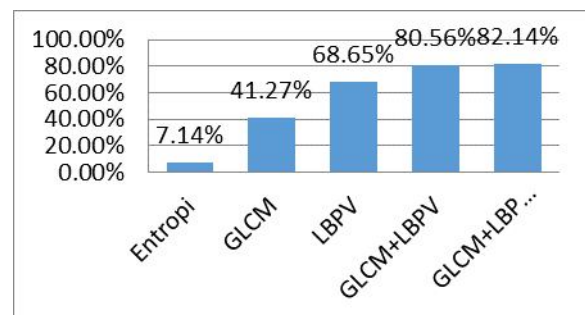
GLCM, LBPV, dan Entropi

Perbandingan akurasi klasifikasi untuk fitur GLCM, LBPV, dan entropi perkelas dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik perbandingan akurasi perkelas untuk fitur gabungan GLCM, LBPV, dan entropi

Gambar 11 menunjukkan akurasi yang dicapai hasil pengklasifikasian fitur GLCM+LBPV+Entropi, ada empat kelas yang akurasinya mencapai 100% yaitu kelas 1, 2, 6, dan 18. Hasil penggabungan ini terbukti lebih baik dari hasil klasifikasi fitur GLCM+LBPV yang tidak digabungkan dengan entropi.



Gambar 2 Perbandingan akurasi rata-rata fitur Entropi, GLCM, LBPV, GLCM+LBPV, dan GLCM+LBPV+Entropi.

Berdasarkan Gambar 12 menunjukkan bahwa penggabungan fitur ekstraksi ciri ini dapat membantu meningkatkan akurasi secara keseluruhan. Akurasi rata-rata semula untuk Entropi (7,14%), GLCM (41,27%), dan LBPV (68,65 %), mengalami peningkatan menjadi GLCM+LBPV (80,56%) dan GLCM+LBPV+Entropi (82,41 %).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian yang telah dilakukan memberikan simpulan bahwa penggabungan ketiga ekstraksi fitur dapat meningkatkan akurasi dibandingkan dengan klasifikasi masing-masing fitur secara terpisah.

Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan terkait *classifier* dan fitur ekstraksi citra yang lain agar dapat meningkatkan akurasi untuk identifikasi tanaman obat. Selain itu perlu dilakukan penambahan *database* citra daun agar hasil yang didapat lebih mewakili ciri yang efektif digunakan untuk citra pada kelas dan dengan karakteristik tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappenas, 2003. *Indonesia Biodiversity and Action Plan 2003-2020*. Jakarta. Bappenas.
- Beghin T, Cope JS, Remagnino P dan Barman S. Shape and texture based plant leaf classification. *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems (ACVIS)*. 6475:45-353.
- Chaki J dan Parekh R. 2012. Designing an Automated System for Plant Leaf Recognition. *International Journal of Advances in Engineering & Technology*. 2(1):149-158
- Duda, R. O., Hart, P. E., & Stork, D. G. (2012). *Pattern classification*. John Wiley & Sons.
- Eleyan dan Hasan. 2011. *Co-Occurrence based Statistical Approach for Face Recognition*. IEEE on Computer and Information Sciences. DOI:10.1109/ISCIS.2009.5291895
- Ershad S.F. 2011. *Texture Classification Approach Based on Combination of Edge & Co-occurrence and Local Binary Pattern*. International Conference Computer Vision and Pattern Recognition.
- Herdiyeni, Y. dan J. Adisantoso. 2011. *Computer Vision for Plant Identification. On International Workshop Linking Biodiversity and Computer Vision Technology to Enhance*. IPB.
- Herdiyeni Y, Nurfadhilah E, Zuhud EA, Damayanti EK, Arai K, dan Okumura H. 2013. A Computer Aided System for Tropical Leaf Medicinal Plant Identification. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 3(1):23-27.
- Kadir A, Nugroho LE, dan Santosa PI. 2011. *Leaf classification using shape, color, and Texture*. *International Journal of Computer Trends & Technology (IJCTT)* 225-230.
- Kulsum, Lies U. 2010. *Identifikasi Tumbuhan Hias secara Otomatis Menggunakan Metode Local Binary Patterns Descriptor dan Probabilistic Neural Network*. Skripsi: Institut Pertanian Bogor.
- Kumar M, Kamble M, Pawar S, Patil P, Bonde N. 2011. *Survey on Techniques for Plant Leaf Classification*. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*. 1(2):538-544
- Kumar N, Belhumeur PN, Biswas A, Jacobs DW, Kress WJ, Lopez IC, dan Soares J V. 2012. *Leafsnap: A computer vision system for automatic plant species identification*. dalam *Computer Vision—ECCV 2012* 502-516. Springer Berlin Heidelberg.
- Kusmana I. 2011. *Penggabungan fitur Local Binary Patterns untuk identifikasi citra tumbuhan obat* [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Lewis, H. G., & Brown, M. 2001. *A generalized confusion matrix for assessing area estimates from remotely sensed data*. *International Journal of Remote Sensing*. 22(16):3223-3235.
- Masyhud. 2010. *Lokakarya Nasional Tumbuhan Obat Indonesia 2010*. <http://www.dephut.go.id/index.php/news/details/7043> [02 Desember 2013]
- Mohanaiah L, P. Sathyanarayana, L. GuruKumar. 2013. *Image Texture Feature Extraction Using GLCM Approach*. *International Journal of Scientific and Research Publications*. vol 3. ISSN 2250-3153.
- Mohammadi et al. 2012. *Novel Shape-Texture Feature Extraction For Medical X-Ray Image Classification*. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control* Vol (8):659-676
- Nugroho A.S., Witarto, Handoko. 2003. *Application of Support Vector Machine in Bioinformatics*. *Proceeding of Indonesian Scientific Meeting in Central Japan*. Gifu Japan.

- Ojala T., et al. 2002. *Multiresolution Gray-Scale and Rotation Invariant Texture Clasification with Local Binary Pattern*. *IEEE Transaction on PAMI*. Vol. 24(7):2037-2041.
- Prasvita DS dan Herdiyeni Y. 2013. *MedLeaf: Mobile Application for Medicinal Plant Identification Based on Leaf Image*. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 3(2):5-8.
- Selvarajah S. dan Kodiruwakk S R. *Analysis and Comparison of Texture Based Image Retrieval*. *International Journal of Latest Trends in Computing*. 2(1):108-113.
- Shannon CE. 2001. *A mathematical theory of communication*. *ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review*, 5(1):3-55
- Vapnik V, Cortes C. 1995. *Support Vector Networks*. *Journal of Machine Learning* 20(3):273-297.doi:10.1023/A:1022627411411
- Wu SG, Bao FS, Xu EY, Wang YX, Chang YF dan Xiang QL. 2007. *A leaf recognition algorithm for plant classification using probabilistic neural network*. dalam *Signal Processing and Information Technology*, 2007 IEEE International Symposium on 11-16. IEEE.
- Zuhud, E.A.M. 2009. *Potensi Hutan Tropika Indonesia sebagai Penyangga Bahan Obat Alam untuk Kesehatan Bangsa*. *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. Vol 6(6).